



ЗДОРОВ'Я,  
СПОРТ,  
РЕАБИЛІТАЦІЯ



2018  
04

## Функціональні порушення постави і стопи у студентів 17-20 років залежно від фізіологічних резервів кардіо-респіраторної системи

Наконечна С.П.

ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»

DOI: <http://doi.org/10.5281/zenodo.2536497>

### Annotation

**Nakonechna S.P. Functional disorders of posture and foot in students aged 17–20 years depending on the physiological reserves of the cardio-respiratory system**

*The aim of the work is to determine the correlation relationship between indicators of the anatomical state of the foot, functional disorders of posture and the level of physiological reserves of the cardiorespiratory system in students aged 17–20 years. Material and methods. 90 students aged 17–20 years are divided into 3 subgroups (30 students each): I - with a violation of the height of the arch of the foot, II - with functional disorders of posture and III - with simultaneous functional violation of the posture and arch of the foot. Anthropometric examinations of the spine, chest and foot were carried out, functional indicators of the cardio-respiratory system and blood gas composition were determined before and after the 6-minute walk test, to determine the level of cardiorespiratory endurance. Results. The study revealed a correlation relationship between the indicators of the anatomical and functional state of the foot and various types of functional disorders of posture, which consists in reducing the Weisflog index, increasing the width of the foot, Stritter and Stritter-Godunov indices, the longitudinal arch of the foot, I-toe and heel angle, and also between the types of violations of the kinematic pair of "spine-foot" and the level of functional reserves of the cardio-respiratory system. Students with lower than average and low levels of cardiorespiratory endurance after maximum physical activity show changes in the flow-volume indices against the background of an increase in hypoxia and a decrease in the acid-base balance of the blood. Conclusions. The anthropometric parameters of the foot closely correlate with manifestations of functional disorders of the posture and blood gas composition after performing physical activity with 6-minute testing with walking, which can be used to diagnose the level of functional reserves of the cardio-respiratory system.*

**Key words:** foot; posture; gas exchange; endurance; students

### Анотація

Мета роботи – виявити кореляційний взаємозв'язок між показниками анатомічного стану стопи, функціональними порушеннями постави і рівнем фізіологічних резервів кардіореспіраторної системи у студентів 17-20 років. Матеріал і методи. 90 студентів віком 17-20 років розділені на 3 підгрупи (по 30 студентів в кожній): I - з порушенням висоти склепіння стопи, II - з функціональними порушеннями постави та III - з одночасним функціональним порушенням постави і склепіння стопи. Проведено антропометричне обстеження хребта, грудної клітки і стопи, визначали функціональні показники кардіо-респіраторної системи і газовий склад крові до і після проведення 6-ти хвилинного тесту з ходьбою, для визначення рівня катіореспіраторної витривалості. Результати. У дослідженні виявлено кореляційний взаємозв'язок між показниками анатомо-функціонального стану стопи і різними типами функціональних порушень постави, який полягає у зменшенні індексу Вейсфлога, збільшенні ширини стопи, індексів Штріттера і Штріттер-Годунова, показника позовжнього склепіння стопи, кута I пальця і п'яточного кута, а також між типами порушення кінематичної пари "хребет-стопа" і рівнем функціональних резервів кардіо-респіраторної системи. У студентів з нижче середнього і низьким рівнем кардіореспіраторної витривалості після максимального фізичного навантаження спостерігаються зміни показників "потік-об'єм" на фоні підвищення гіпоксії і зниження кислотно-лужного балансу крові. Висновки. Антропометричні показники стопи тісно корелюють з проявами функціональних порушень постави та газовим складом крові після виконання фізичного навантаження при 6-ти хвилинному тестуванні з ходьбою, що можна використовувати для діагностики рівня функціональних резервів кардіо-респіраторної системи.

**Ключові слова:** стопа, постава, газообмін, витривалість, студенти.

### Анотация

**Наконечная С.П. Функциональные нарушения осанки и стопы у студентов 17-20 лет в зависимости от физиологических резервов кардио-респираторной системы**

*Цель работы – определить корреляционную взаимосвязь между показателями анатомического состояния стопы, функциональными нарушениями осанки и уровнем физиологических резервов кардиореспираторной системы у студентов 17-20 лет. Материал и методы. 90 студентов в возрасте 17-20 лет разделены на 3 подгруппы (по 30 студентов в каждой): I - с нарушением высоты свода стопы, II - с функциональными нарушениями осанки и III - с одновременным функциональным нарушением осанки и свода стопы. Проведено антропометрические обследования позвоночника, грудной клетки и стопы, определяли функциональные показатели кардио-респираторной системы и газовый состав крови до и после проведения 6-ти минутного теста с ходьбой, для определения уровня катіореспіраторной выносливости. Результаты. В исследовании выявлено корреляционная взаимосвязь между показателями анатомо-функционального состояния стопы и различными типами функциональных нарушений осанки, который заключается в уменьшении индекса Вейсфлога, увеличении ширины стопы, индексов Штриттера и Штриттер-Годунова, показателя продольного свода стопы, угла I пальца и пяточной угла, а также между типами нарушения кинематической пары "позвоночник-стопа" и уровнем функциональных резервов кардиореспираторной системы. У студентов с ниже среднего и низким уровнем кардиореспираторной выносливости после максимальной физической нагрузки наблюдаются изменения показателей "поток-объем" на фоне повышения гипоксии и снижение кислотно-щелочного баланса крови. Выводы. Антропометрические показатели стопы тесно коррелируют с проявлениями функциональных нарушений осанки и газовым составом крови после выполнения физической нагрузки при 6-ти минутном тестировании с ходьбой, что можно использовать для диагностики уровня функциональных резервов кардиореспираторной системы.*

**Ключевые слова:** стопа, осанка, газообмен, выносливость, студенты.



### Вступ

Функціональні порушення постави є одними з найпоширеніших захворювань опорно-рухового апарату (ОРА) людей різного віку. За даними окремих авторів [1,4,5], в різних формах ними страждає від 5,0-10,0% дітей раннього віку, 20,9-55,0% школярів і до 80-95,0% юнаків.

При цьому існує певна залежність між частотою функціональних порушень постави та соматотипом людини: найбільше вони виражені в астеніків [5,7,8]. Не меншою проблемою є патологія стоп у вигляді зменшення висоти як поздовжнього, так і поперечного склепіння [2,4,10]. Цей вид порушення склепінчастого апарату стопи (САС) зустрічається у третій частині населення України у віці від 15 до 25 років [2, 10]. Звертає на себе увагу порівнянність частоти захворювань хребетного стовпа і стопи, що спонукало нас до проведення цього дослідження.

**Мета роботи:** виявити кореляційний взаємозв'язок між показниками анатомічного стану стопи, функціональними порушеннями постави і рівнем фізіологічних резервів кардіореспіраторної системи у студентів 17-20 років.

### Матеріал і методи

#### Учасники

У дослідження були включені 120 студентів у віці від 17-20 років, з них 90 осіб (основна група - ОГ), що проходили обстеження в поліклініці Прикарпатського національного університету імені В. Стефаника та лікування в спеціалізованому центрі фізичної реабілітації "Здоров'я" (м.Івано -Франківськ, Україна) в період 2016-2018 рр. з приводу функціональних порушень постави та (або) сплюснення САС різного ступеня. Всі студенти розділені на 3 підгрупи. До складу ОГ-1 увійшли 30 студентів лише з порушенням САС, в ОГ-2 - 30 студентів з функціональними порушеннями постави, в ОГ-3 - 30 студентів з одночасним функціональним порушенням постави і САС.

Контрольну групу (КГ) представляли 30 студентів того ж віку, які проходили плановий диспансерний огляд і не мали патології хребта та стопи.

#### Протокол дослідження

Пацієнтам проводилося загальне клінічне обстеження, включаючи спеціальне

антропометричні обстеження хребта, грудної клітки і стопи, а також визначали функціональні показники зовнішнього дихання (на апараті "SpiroCom +", ХАІ Харків), серцево-судинної системи (на апараті "CardioLab +", ХАІ Харків) і газовий склад крові (на газоаналізаторі OPTI CCA-TS, Ciba Corning, Німеччина) до і після проведення 6-ти хвилинного тесту з ходьбою (6-ХТзХ). Згідно рекомендацій В. Molander et al., [15] и N. Williams [17] використовуючи шкалу О. Borg та співавт. [16], за результатами виконання цього тесту всі студенти можуть бути розподілені на чотири рівні: 0 балів – високий рівень кардіореспіраторної витривалості, 2 бали – вище середнього рівень, 3-5 балів – середній рівень, 6-7 балів – нижче середнього рівень, 8-10 балів – низький рівень кардіореспіраторної витривалості.

Оцінку морфофункціонального стану стопи осіб в ОГ і КГ проводили із застосуванням технології планшетного сканування стопи, заснованої на аналізі знімків, отриманих за допомогою програмно-апаратного комплексу [2, 10].

Математична обробка проводилась в програмі EXEL 7.0 (Microsoft, USA) и Biostat 2008 Professional (AnalystSoft Inc.).

### Результати

Плантаграфічні показники студентів КГ та ОГ не мали достовірних відмінностей для правої і лівої стоп, також в контрольній групі не виявлено відмінностей, залежних від віку, в той же час були вірогідні відмінності, що залежать від статі, що стосуються довжини стопи та її відділів, ширини стоп, індексів Вейсфлогґ, Штріттера, показника поздовжнього склепіння стопи і кутів I і V пальців. При порівнянні показників довжини стопи та її відділів у студентів ОГ і КГ не було виявлено суттєвих відмінностей, проте були вірогідні відмінності, що залежать від статі (табл. 1).

Показники ширини та індексів стопи у осіб обох статей ОГ та КГ також мали певні відмінності (табл. 2).

При порівнянні кутових показників нами так само виявлені певні тенденції (табл. 3).

У студентів ОГ-2 і ОГ-3 нами виявлено зменшення кута Х, який характеризує нахил таза. Цей кут був відповідно на 4,9% і 8,5%, менше норми, внаслідок чого поперековий лордоз був збільшений. Також у цих студентів виявлено збільшення показника суми кутів (a + b) відповідно на 10,2% і 15,7% (p < 0,05).



Таблиця 1

Порівняння показників довжини стопи та її відділів у студентів основної та контрольної груп в залежності від статі

Показник, см	Стать	Група				
		Контроль	Основна (роки за віком)			
			17	18	19	20
Довжина стопи	♂	26,5±1,01*	26,3±2,15*	26,3±1,31*	26,7±2,43*	26,5±2,67*
	♀	24,2±0,40*	24,1±1,43*	24,0±0,52*	24,0±0,54*	24,0±0,38*
Довжина переднього відділу	♂	10,5±0,63*	10,5±0,71*	10,5±0,91*	10,8±0,72*	10,6±1,22*
	♀	9,7±0,33*	9,6±0,62*	9,7±0,25*	9,7±0,41*	9,8±0,16*
Довжина середнього відділу	♂	8,4±0,16*	8,3±0,35*	8,2±0,14*	8,3±0,21*	8,8±0,74*
	♀	7,6±0,12*	7,6±0,18*	7,5±0,17*	7,6±0,22*	7,5±0,17*
Довжина заднього відділу	♂	7,9±0,17*	8,3±0,15*	8,2±0,14*	8,3±0,21*	7,9±0,41*
	♀	7,6±0,12*	7,5±0,17*	7,6±0,18*	7,7±0,29*	7,5±0,31*

Примітка: \* p < 0,05 – відмінності, що залежать від статі; ♦ p < 0,05 – відмінності, що залежать від групи

Таблиця 2

Порівняння показників ширини та індексів стопи у студентів основної та контрольної груп в залежності від статі

Показник, см	Стать	Група				
		Контроль	Основна (років за віком)			
			17	18	19	20
Ширина стопи	♂	8,8±0,22*	10,2±0,48* ♦	10,3±0,31* ♦	10,6±0,34* ♦	10,6±1,72* ♦
	♀	8,3±0,27*	9,5±0,19* ♦	9,5±1,37* ♦	9,8±0,24* ♦	9,8±0,16* ♦
Індекс Вейсфлога ум. од.	♂	3,0±0,01*	2,5±0,04 ♦	2,5±0,02 ♦	2,5±0,02* ♦	2,5±0,03* ♦
	♀	2,9±0,01*	2,6±0,02 ♦	2,5±0,01 ♦	2,4±0,01* ♦	2,4±0,01* ♦
Індекс Штриттер, ум. од.	♂	35,4±0,57*	44,4±0,53 ♦	43,2±0,23 ♦	43,4±0,42 ♦	43,2±0,32 ♦
	♀	32,7±0,36*	43,48±0,43 ♦	42,7±0,16 ♦	42,8±0,14 ♦	42,6±0,34 ♦
Індекс Штриттер-Годунова, ум. од.	♂	0,35±0,001	0,44±0,005 ♦	0,43±0,004* ♦	0,43±0,002 ♦	0,43±0,003* ♦
	♀	0,33±0,003	0,44±0,004 ♦	0,43±0,002 ♦	0,43±0,001* ♦	0,43±0,003* ♦
Показник поздовжнього склепіння стопи, ум. од.	♂	0,89±0,01*	1,12±0,02* ♦	1,05±0,01 ♦	1,05±0,02 ♦	1,07±0,01* ♦
	♀	0,84±0,01*	1,06±0,02* ♦	1,05±0,010 ♦	1,04±0,003 ♦	1,03±0,010* ♦

Примітка: \* p < 0,05 – відмінності, що залежать від статі; ♦ p < 0,05 – відмінності, що залежать від групи

Студенти з функціональними порушеннями постави відрізнялися від КГ вираженими статистично вірогідними (p < 0,05) змінами основних плантографічних показників: збільшенням ширини стопи, зменшенням індексу

Вейсфлога, збільшенням індексів Штриттера і Штриттер-Годунова, збільшенням кута І пальця і п'яtkового кута, збільшенням показника поздовжнього склепіння стопи.



Таблиця 3

Порівняння кутових показників стопи у студентів основної та контрольної груп в залежності від статі

Показник, град.	Стать	Група				
		Контроль	Основна (років за віком)			
			17	18	19	20
Кут I пальця	♂	6,64±0,22*	9,30±1,09* ♦	10,98±0,77* ♦	13,40±0,75* ♦	13,63±0,92* ♦
	♀	8,76±0,14*	13,81±0,92 ♦	13,38±0,22 ♦	15,69±0,25 ♦	19,47±0,59 ♦
Кут V пальця	♂	10,11±0,27*	11,25±0,51*	11,32±0,85*	11,46±0,75*	11,87±0,82*
	♀	9,01±0,15*	8,81±1,03*	9,11±0,24*	8,81±0,20*	9,19±0,41*
П'ятковий кут	♂	4,61±0,19	7,91±0,42* ♦	8,73±0,35* ♦	8,94±0,43* ♦	8,98±0,48 ♦
	♀	4,72±0,12	9,84±0,72* ♦	9,94±0,23 ♦	9,69±0,15* ♦	9,30±0,28 ♦

Примітка: \*  $p < 0,05$  – відмінності, що залежать від статі; ♦  $p < 0,05$  – відмінності, що залежать від групи.

Встановлено, що у юнаків середні значення досліджуваних антропометричних показників дещо більші, ніж у дівчат. Кореляційний аналіз засвідчує про наявність сильних взаємозв'язків між показниками довжини тіла та росту сидячи у юнаків ( $r = 0,771$ ), і дівчат ( $r = 0,706$ ), а також окружності стегна та окружності гомілки у юнаків ( $r = 0,72$ ) й дівчат ( $r = 0,731$ ). Значний кореляційний зв'язок існує між показниками: маси та довжини тіла у юнаків ( $r = 0,626$ ), маси та окружності стегна у юнаків ( $r = 0,634$ ) і дівчат ( $r = 0,512$ ), маси та окружності гомілки у юнаків ( $r = 0,538$ ) та у дівчат ( $r = 0,521$ ), довжини тіла та довжини стопи у юнаків ( $r = 0,555$ ), довжини тіла та ширини стопи у дівчат ( $r = 0,54$ ), довжини та ширини стопи у дівчат ( $r = 0,61$ ).

Біомеханічні характеристики, які несуть інформацію про опорно-ресорні властивості стопи також вищі у юнаків, ніж у дівчат: довжина стопи на 8 мм (4,7 %), довжина опорної частини стопи на 6,7 мм (5,5 %), висота

гомілковостопного суглобу на 2,8 мм (4,6 %), висота верхнього краю човноподібної кістки на 1,5 мм (3,4 %), п'ятковий кут на 0,4° (1,5 %), кут I пальця також на 0,4° (0,5 %). Водночас п'ятковий кут більший у дівчат, ніж у юнаків на 0,7° (3,9 %), розбіжності статистично вірогідні ( $p < 0,05$ ).

Аналіз кореляційних зв'язків показав, що розвиток функціональних порушень постави знаходиться в сильній зворотній кореляційній залежності з індексом Вейсфлога ( $r = -0,9$ ;  $p < 0,05$ ), а також сильно прямопропорційно корелює з шириною стопи ( $r = 0,9$ ;  $p < 0,05$ ), індексами Штріттера ( $r = 0,9$ ;  $p < 0,05$ ) і Штріттера-Годунова ( $r = 0,9$ ;  $p < 0,05$ ), кутом I пальця ( $r = 0,7$ ;  $p < 0,05$ ) і п'ятковим кутом ( $r = 0,7$ ;  $p < 0,05$ ), встановлена слабкий кореляційний зв'язок з показником поздовжнього склепіння стопи ( $r = 0,2$ ;  $p < 0,05$ ) (табл. 4).

Показники зовнішнього дихання у студентів в залежності від виду порушення постави і САС представлені в таблиці 5.

Таблиця 4

Кореляційні зв'язку плантографічних параметрів з функціональними порушеннями постави у студентів в залежності від статі

Показник	Коефіцієнт кореляції			
	Юнаки		Дівчата	
	ФНП	Стадія	ФНП	Стадія
Довжина стопи	-0,123	-0,111	-0,142	-0,124
Довжина переднього відділу	-0,197	-0,153	-0,215	-0,164
Довжина середнього відділу	-0,247	-0,230	-0,279	-0,247
Довжина заднього відділу	-0,074	-0,038	-0,087	-0,043
Ширина стопи	0,926	0,915	0,948	0,922
Індекс Вейсфлога	-0,946	-0,929	-0,953	-0,934
Індекс Штріттера	0,933	0,902	0,961	0,911
Індекс Штріттера-Годунова	0,921	0,905	0,954	0,905
Коефіцієнт поздовжнього склепіння стопи	0,229	0,215	0,237	0,223
Кут I пальця	0,898	0,739	0,902	0,738
Кут V пальця	-0,083	-0,078	-0,087	-0,084
П'ятковий кут	0,779	0,720	0,782	0,724



Показники вентиляційної функції легенів у студентів в залежності від виду порушення постави і скелетно-чашкового апарату стопи (у % від належної величини, n=120)

Показники	КГ	Група студентів за комплексом порушень постави і скелетно-чашкового апарату стопи			р	р <sub>1</sub>
		ОГ-1	ОГ-2	ОГ-3		
ЖЄЛ	111,5±2,31	102,5±2,07	92,7±1,71	86,3±1,47	<0,01	<0,01
ФЖЄЛ	106,8±0,74	98,4±0,62	87,1±0,33	82,5±0,27	<0,05	<0,01
ОФВ <sub>1</sub>	94,1±0,23	89,3±0,21	65,9±0,15	62,2±0,14	<0,01	<0,05
ОФВ <sub>1</sub> /ЖЄЛ, Індекс Тіффно	93,7±0,21	83,3±0,27	74,1±0,19	66,4±0,12	<0,05	<0,05
МОШ <sub>25</sub>	91,9±3,11	86,3±3,01	39,7±0,75	28,4±0,36	<0,01	<0,01
МОШ <sub>50</sub>	85,5±0,71	80,6±0,52	31,4±0,22	29,3±0,25	<0,01	<0,05
МОШ <sub>75</sub>	83,7±0,55	80,3±0,59	38,6±0,24	32,5±0,49	<0,01	<0,05
Частота дихання, раз за 1 хв.	17,5±0,47	18,1±0,23	19,9±0,61	22,6±1,02	<0,05	<0,05
Експерсія грудної клітки, см	5,1±0,75	4,6±0,45	3,6±0,44	3,1±0,35	<0,05	<0,05

Примітки: 1. Умовні позначення: ЖЄЛ – життєва ємкість легенів; ФЖЄЛ – форсована життєва ємкість легенів; ОФВ<sub>1</sub> – об'єм форсованого видиху за першу секунду маневру форсованого видиху; МОШ<sub>25</sub> – миттєва об'ємна швидкість при видиху 25% ФЖЄЛ; МОШ<sub>50</sub> – миттєва об'ємна швидкість при видиху 50% ФЖЄЛ; МОШ<sub>75</sub> – миттєва об'ємна швидкість при видиху 75% ФЖЄЛ.

2. Рівень значущості відмінностей між КГ-ОГ-2 (р) і КГ-ОГ-3 та студентами з порушенням постави і скелетно-чашкового апарату стопи (р<sub>1</sub>).

Отримані дані вказують на те, що у студентів з ізолюваним порушенням постави різко знижується ОФВ<sub>1</sub> у порівнянні із студентами контрольної групи. При цьому більш чітко визначається недостатня прохідність дистальних відділів бронхіальних шляхів за показниками МОШ<sub>25</sub>; МОШ<sub>50</sub>; МОШ<sub>75</sub> у порівнянні із студентами контрольної групи. При дослідженні студентів з порушенням постави і скелетно-чашкового апарату стопи ці показники стають ще більш низькими (див. табл. 5).

Частота дихання у студентів ОГ-3 до тестування реєструвалася на рівні 20-21 дихальних рухів за 1 хв., що у порівнянні із студентами контрольної групи було на 14,7 ± 0,33% вище (p<0,05), тоді як після тестування ця різниця становила вже 29,1±1,57% (p<0,05). Дещо менша, однак статистично вірогідна різниця спостерігається також між студентами КГ і відповідно ОГ-1 і ОГ-2 (див. табл. 5)

На виражене статистично вірогідне (p<0,05) зменшення сили дихальних м'язів вказують знижені показники експерсії легенів: у студентів ОГ-1 на 9,8% , у студентів ОГ-2 – на 29,4% і у студентів ОГ-3 – на 39,2% (див. табл. 5).

У студентів з різними видами порушення опорно-рухового апарату виявляються також порушення з боку серцево-судинної системи. Вони найбільш яскраво проявляються у студентів ОГ-3 після виконання фізичного навантаження

при 6-ХТЗХ- тестування. При цьому збільшується кількість осіб з низьким і нижче середнього рівнем кардіореспіраторної витривалості – відповідно на 18,9% та 15,2% (p<0,05). Серед осіб ОГ-1 таких студентів спостерігалось відповідно на 14,4 % і 12,7 % більше, ніж у КГ (p<0,05). Тоді як серед студентів ОГ-2 їх було більше відповідно тільки на 8,9 % і 6,4 % (p<0,05).

Аналіз показників газообміну показав, що у студентів з середнім рівнем кардіореспіраторної витривалості парціальний тиск СО<sub>2</sub> становить 47,2 мм. рт. ст., а лужний надлишок (ВЕ) в середньому 0,94±0,6 ммоль/л., то при нижче середнього рівнем кардіореспіраторної витривалості показники лужного надлишку підвищуються до 1,2±0,02 ммоль/л, тоді як парціальний тиск СО<sub>2</sub> знижується до 39,3±1,5 мм.рт.ст.

У студентів з низьким рівнем кардіореспіраторної витривалості такі зміни найбільше виражені і становлять відповідно 1,1±0,04 ммоль/л та 36,6±1,4 мм.рт.ст. Одночасно, на фоні зростаючої кількості кислих продуктів в крові відзначається зниження показників істинних значень гідрокарбонату – НСО<sub>3</sub>-act (AB) до 24,9±0,81 ммоль/л (в КГ він становить 29,4±1,21 ммоль/л) і стандартних значень НСО<sub>3</sub>-std бікарбонатів до 23,9±0,83 ммоль/л (в КГ – 26,8±0,76 ммоль/л). Також





відзначається зрушення рН крові в кислу сторону до  $7,3 \pm 0,02$  (в КГ –  $7,4 \pm 0,03$ ).

Парціальний тиск кисню ( $pO_2$ ) у венозній крові студентів ОГ-1 після виконання тесту 6-ХТзХ знижується в середньому до  $92,6 \pm 1,52$  мм. рт. ст. мм., в ОГ-2 – до  $67,5 \pm 0,93$  мм. рт. ст., тоді як у студентів ОГ-3 показники  $pO_2$  знижуються найбільше – до  $57,2 \pm 1,04$  мм. рт. ст.

Поряд з цим кількість оксигемоглобіну коливається від  $98,7 \pm 1,31$  % у студентів з середнім рівнем кардіореспіраторної витривалості до  $93,5 \pm 1,03$  % у студентів з низьким рівнем кардіореспіраторної витривалості ( $p < 0,05$ ). Парціальний тиск кисню в капілярній крові у студентів з вище середнього рівнем кардіо-респіраторної витривалості становить в середньому  $96,8 \pm 1,14$  мм. рт. ст., тоді як у студентів з середнім рівнем кардіо-респіраторної витривалості відмічена помірна гіпоксемія –  $72,3 \pm 0,65$  мм. рт. ст., у студентів з нижче середнім рівнем кардіо-респіраторної витривалості спостерігається виражена гіпоксемія ( $67,7 \pm 0,33$  мм. рт.ст.) і тільки у трьох із всіх обстежених студентів – сильно виражена гіпоксемія ( $61,5 \pm 1,11$  мм. рт.ст.).

### Дискусія

Наші дослідження підтверджують думку інших авторів [9,12,14,18], які вказували, що найбільш часто відхилення в стані опорно-рухового апарату, особливо у вигляді функціональних порушень постави (ФПП) і САС, негативно впливають на стан всіх внутрішніх органів і систем, в тому числі і на серцево-судинну і дихальну систему. Особливу значущість патологія опорно-рухового апарату має в юнацькому віці, тобто в період триваючого зростання, дозрівання і остаточного формування організму людини.

Серед найбільш значущих чинників, що впливають на стан постави можуть бути: недостатній фізичний розвиток, низька рухова активність, відсутність сформованих навичок правильної постави, які найбільш виражені в юнацькому віці [6,11,13].

В умовах інтенсифікації навчально-виховного процесу, зростаючого інформаційного поля, розумових і фізичних навантажень, впливу соціолого-економічних умов у ВНЗ на розвиток організму і здоров'я студентів початкових курсів стає очевидним і необхідним пошук найбільш раціональних засобів і методів організації їх життєдіяльності [1,5].

Вирішення цієї важливої задачі на нашу думку лежить в площині підвищення міцності хребта до вертикальних навантажень

забезпечують існуючі в нормальному хребті фізіологічні викривлення у вигляді шийного лордозу, грудного кіфозу і поперекового лордозу.

При цьому відомо, що багато факторів призводять до порушення міцності хребта, серед яких провідне місце займає порушення будови САС.

Це підтверджується результатами наших досліджень, які свідчать, що такі абсолютні і інтегральні антропометричні показники як ширина стопи, коефіцієнт поздовжнього склепіння стопи, індекс Штрітера, і його модифікація (індекс Штрітера-Годунова), а також кут І пальця і п'ятковий кут мають позитивну кореляційний взаємозв'язок з функціональними порушеннями постави як у юнаків, так і у дівчат. І, навпаки, показники довжини стопи та її окремих відділів, а також індекс Вейсфлога мають оберненопропорційна кореляційний взаємозв'язок з функціональними порушеннями постави.

Внаслідок того, що у студентів ОГ-2 і ОГ-3 виявлено зменшення кута Х, що свідчить про збільшення поперекового лордозу [10], а також збільшення показника суми кутів ( $a + b$ ), який характеризує стан грудного і поперекового відділів хребта [8], ми рекомендуємо включати в комплексні реабілітаційні програми вправи для зміцнення м'язів черевного преса, які компенсують поперековий вигин і м'язів верхньої частини спини – для зменшення грудного кіфозу.

Наше дослідження підтвердило дані К.В. Гаврикова і співавт. [4], І. Бичука і співавт., [2], М.О. Кузьминої [7], С. Попеля і співавт. [10], Л.С. Чемпалова [13] і М.К. Зане [18], які характеризують фізичний розвиток та динаміку соматометричних характеристик сучасних студентів, та їх зв'язок з рівнем розвитку КРС.

За даними окремих авторів [1, 9, 12], для юнацького хребта властива найбільша ступінь мобільності і фізіологічна нестабільність. Внаслідок чого в цьому періоді зростання необхідно максимально нівелювати вплив різних чинників, які можуть формувати небажані відхилення від норми зовнішніх ознак постави, що характеризують її як у фронтальній, так і в сагітальній площині. Це положення в рівній мірі відноситься до становлення і підтримки нормального стану САС у студентів.

Однак без достатнього дослідження показників великої рогатої худоби та стану ОРА, а також виявлення кореляційно зв'язків між їх окремими параметрами створити індивідуальну програму ФР представляється досить проблематичним завданням.



У зв'язку з цим, нам видавалося вельми актуальним дослідження, спрямоване на подальше вивчення анатомо-фізіологічних і віково-статевих особливостей стану і розвитку опорно-рухового апарату (ОРА), вдосконалення методичних основ вивчення і діагностики стану постави; розробки чітких критеріїв класифікації рівня КРС-витривалості, кореляційно взаємозв'язку постави і САС з фізіологічними резервами ВРХ, для використання цих даних в процесі вдосконалення методик корекції виявлених відхилень ОДА.

Зокрема нами встановлено, що при зміні зовнішніх ознак постави в сагітальній площині виявляється прямопропорційна кореляційний зв'язок між кількісним перерозподілом окремих показників САС і інтегральними показниками зовнішнього дихання.

Отримані дані на досить обґрунтованою вибіркою студентів 17-20 років, що характеризують стан і рівень розвитку у них фізіологічних резервів ВРХ в залежності від його сагітальних вигинів хребта, довжини, статі і віку, дозволили розробити кореляційну таблицю залежності типів постави від критеріїв оцінки класифікаційних ознак САС. Отримані експериментальні дані про характер і тип порушення ОРА дозволяють за даними рівня КРС-витривалості виявляти величину фізіологічних резервів організму студентів, що дає підставу більш поглиблено і конкретно оцінювати стан хребта, диференційовано підходити до вибору фізіотерапевтичних заходів.

Результати цього дослідження розширюють уявлення про віково-статевих особливостей стану опорно-рухового апарату і функції зовнішнього дихання студентів 17-20 років в період їх адаптації до режиму навчання у ВНЗ. Вони також можуть використовуватися для характеристики індивідуальних типологічних особливостей постави і при орієнтації студентів до занять конкретним видом спорту; дозволяють з більшим ступенем вірогідності проводити ранню діагностику соматичного здоров'я при ізольованих або комбінованих порушеннях постави і САС. Ці дані допоможуть здійснювати

класифікацію порушень ОРА, цілеспрямовано проводити корекцію його відхилень і функціонального стану КРС, диференціювати навантажувальні режими при використанні фізичних вправ з метою фізичної реабілітації.

Крім того, ми вважаємо, що саме біомеханічні характеристики опорно-ресорних властивостей стопи, дозволять виявити у студентів схильність до функціональних порушень постави і своєчасно здійснити їх профілактику.

### Висновки

1. Існує взаємозв'язок між наявністю функціональних порушень постави і змінами показників анатомо-функціонального стану стопи, який полягає в зменшенні індексу Вейсфлога, збільшенні ширини стопи, індексів Штріттера і Штріттер-Годунова, показника позадвужного склепіння стопи, кута І пальця і п'яtkового кута.

2. З огляду на сильний кореляційний зв'язок показників будови стопи з проявами функціональних порушень постави, можливо використовувати показники індексів Штріттера, Штріттер-Годунова і Вейсфлога, збільшення ширини стопи, зменшення позадвужного склепіння стопи, кута І пальця і п'яtkового кута для ранньої діагностики і прогнозування недостатнього рівня функціональних резервів кардіо-респіраторної системи.

3. Позитивні кореляційні зв'язки між показниками легеневої вентиляції (ДО, ЧД, ФЖЄЛ, ОФВ<sub>1</sub>, РО<sub>вдиху</sub>) і шийним лордозом відзначаються у студентів з сутулуватим, шийно-лордотичним, шийно-випрямленим і кіфотичним типами постави, а у студентів з попереково-лордотичним, попереково-випрямленим типами постави між показниками швидкості повітряного потоку (МОШ<sub>25</sub>, МОШ<sub>50</sub>, середньої об'ємної швидкості (СОШ<sub>25-75</sub>, СОШ<sub>75-85</sub>) і з поперековим лордозом ( $r=0,6-1,0$ ).

**Конфлікт інтересів.** Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

### References

1. Babydov, E.A., & Kozyreva, O.V. (2017). Ocenka kachestva zhizni u lic 25–35 let s kifolordoticheskoy osankoj [Evaluation of the quality of life in persons 25–35 years old with kypholordotic posture]. *Aktual'nye problemy adaptivnoy fizicheskoy kul'tury i sporta: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferencii*. Omsk, 9 – 13.
2. Bichuk, I.O., Al'oshina, A.I., & Bichuk, O.I. (2010). Analiz biomehanichnih harakteristik stopi ditej

starshogo doshkil'nogo viku [Analysis of the characteristics of the footnotes of the children of the senior preschool age]. *Visnik Chernigivs'kogo derzhavnogo pedagogichnogo universitetu imeni T.G. Shevchenka. Pedagogichni nauki. Fizichne vihovannja i sport*. Vol. 81,12, 129 – 132.

3. Vorob'ev, A.A., Gavrikov, K.V., & Perepelkin, A.I. (2006). Polovye morfofunkcional'nye harakteristiki stopy u studentov medicinskogo universiteta [Sexual morphofunctional characteristics of the foot in medical



- university students]. *Bjulleten' Volgogradskogo nauchnogo centra RAMN i Administracii Volgogradskoj oblasti*. 2, 14 – 15.
4. Gavrikov, K.V., Perepelkin, A.I., & Krajushkin, A.I. (2008). Morfofunkcional'naja harakteristika stop v period vtorogo detstva v zavisimosti ot tipa teloslozhenija [Morphofunctional characteristics of the feet during the second childhood, depending on body type]. *Morfologija*. 2, 29 – 34.
  5. Zabalueva, T.V. (2006). Osanka kak integrativnyj pokazatel' fizicheskogo sostojanija [Posture as an integrative indicator of physical condition]. *Fizicheskaja kul'tura: vospitanie, obrazovanie, trenirovka*. 6, 6 – 9.
  6. Kotesheva, I.A. (2004). Narushenija osanki. Lechenie i profilaktika [Violations of posture. Treatment and Prevention]. Moskva: Izd-vo Jeksmo, 208.
  7. Kuz'mina, M.O. (2017). Jefferektivnost' korrekcionno-ozdorovitel'noj programmy dlja detej doskol'nogo vozrasta s narusheniem postavi [The effectiveness of the correctional and recreational program for preschool children with disruptions]. *Zdravoohranenie, obrazovanie i bezopasnost'*. Vol.11, 3, 68 – 75.
  8. Морозова, Т.С. (2002). Somatioskopicheskij metod ocenki postavi i ego obosnovanie [Somatoscopic assessment method set and its justification]. *Fizicheskaja kul'tura*. 3, 33 – 36.
  9. Perfil'eva, I.Ju. (2005). *Zabolevanija pozvonohnika* [Spinal disorders]. SPb.: IG «Ves'», 128.
  10. Popel', S., & Gamarnik, A. (2010). Vzaemovidnoshennja plantografichnih ta antropometrichnih pokaznikov studentiv 17-19 rokiv [Relationship of plantographic and anthropometric indicators of students 17-19 years]. *Visnik Prikarpat'skogo universitetu. Serija: Fizichna kul'tura*. 11, 27 – 34.
  11. Potapchuk, A.A., & Didur, M.D. (2008). Osanka i fizicheskoe razvitie detej [Posture and physical development of children]. S-Pb: Rech', 163.
  12. Sitel', A.B. (2006). Solo dlja pozvonohnika. [Spine solo]. Moscow, 224.
  13. Chempalova, L.S. (2016). Korrekcija narushenij postavi sredstvami fizicheskij kul'tury [Correction of violations put the means of physical culture]. *Molodoj uchjonyj*. Vol. 127, 23, 562 – 566.
  14. Shlyk, N.I. (2005). Osobennosti variabel'nosti serdechnogo ritma u bol'nyh skoliozom s raznoj stepen'ju naprjazhenija reguljatornyh sistem organizma [Features of heart rate variability in patients with scoliosis with varying degrees of tension in the body's regulatory systems]. *Teorija i praktika ozdorovlenija naselenija Rossii: materialy II nac. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem*. Moscow, 286–287.
  15. Molander B, Olsson C.-J., Stenling A, Borg E. (2013). Regulating Force in Putting by Using the Borg CR100 scale®. *Frontiers in Psychology*. 4, 1-9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00082>
  16. Stănculescu, R. (2016). Development of Basic Physical Qualities, Essential Condition for Creating a Competitive Physical Capacity. *Scientific Bulletin*. Vol. 21, 1, 54–60. <https://doi.org/10.1515/bsaft-2016-0037>
  17. Williams, N. (2017). The Borg Rating of Perceived Exertion (RPE) scale. *Occupational Medicine*. Vol. 67, 5, 404-405. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqx063>
  18. Zane, M.K. (2014). Physical Therapist's Guide to Hyperkyphosis (Humpback) in Adults. American Physical Therapy Association, 188.

## Информация об авторах

### Накoneчна С.П.

<http://orcid.org/0000-0002-7683-349>

[naksvit30@gmail.com](mailto:naksvit30@gmail.com)

Прикарпатський національний університет імені

Василя Стефаника

вул. Шевченка, 57, м. Івано-Франківськ, 76025,

Україна

## Information about the authors

### Nakonechna S.P.

<http://orcid.org/0000-0002-7683-349>

[naksvit30@gmail.com](mailto:naksvit30@gmail.com)

Department of physical rehabilitation

Precarpatian national university named after Vasyl

Stefanyk

Shevchenka str. 57, Ivano-Frankivsk 76025

Прийнята в редакцію 16.09.2018

Received: 16.09.2018